

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-224624

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 J 35/08

識別記号

F I

H 0 1 J 35/08

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-25878

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月6日

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 落合 豊

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者 稲鶴 務

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

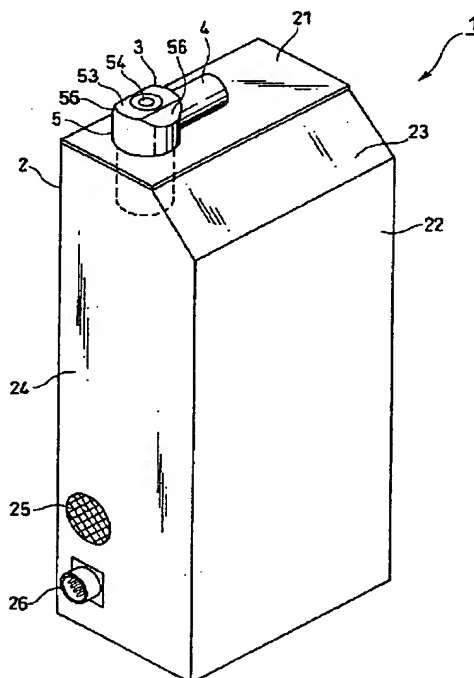
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 X線管、X線発生装置及び検査システム

(57) 【要約】

【課題】 被検査物を接近させてX線の照射を可能としたX線管及びX線発生装置を提供すること。

【解決手段】 X線を出射するX線管3であって、X線の出射窓54を有する頂面53を有しその頂面53の出射窓54の周辺にX線の出射方向に対して傾斜するテーパ面56、56が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 X線を出射するX線管において、前記X線の出射窓を有する先端面を有し、前記先端面の前記出射窓の周辺に前記X線の出射方向に対して傾斜するテーパ面が形成されていること、を特徴とするX線管。

【請求項 2】 X線を出射するX線出射手段を備えたX線発生装置において、前記X線出射手段が請求項 1 に記載のX線管であること、を特徴とするX線発生装置。

【請求項 3】 X線を出射するX線出射手段を備えたX線発生装置において、構成部品を収容する筐体を備え、前記X線出射手段の出射窓が設けられる前記筐体の表面に、前記X線の出射方向に対して傾斜するテーパ面が形成されていること、を特徴とするX線発生装置。

【請求項 4】 前記筐体の前記表面の一方に片寄る位置に前記出射窓が設けられ、前記表面の他方側に前記テーパ面が形成されていること、を特徴とする請求項 3 に記載のX線発生装置。

【請求項 5】 X線を被検査物に照射し、前記被検査物を透過するX線を検出することにより前記被検査物の状態を検査する検査システムにおいて、前記X線を出射する請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載のX線発生装置と、前記被検査物を前記X線の出射方向に対し交差する軸を中心に回動させる回動手段と、前記X線の出射方向であって前記被検査物の後方に配置され前記被検査物を透過する前記X線を検出するX線検出手段と、を備えたことを特徴とする検査システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

$$M = (A + B) / A$$

である。通常は、 $A \ll B$ なので、

$$M \approx B / A$$

と表すことができる。

【0006】すなわち、大きな拡大率を得るには、 A を小さくすること、又は、 B を大きくすることが考えられる。しかし、 B を大きくすると、X線検査装置全体が大きくなるとともに、X線の外部への漏れを防ぐための鉛シールドの量が増えるなど重量の増大が著しい。

【0007】このため、少しでも A を小さくすることが望ましいが、前述のように、被検査物の向きを変える手法を採る場合、 A を小さくすると、被検査物を載せるためのサンプルホルダなどがX線管の出射面に接触してしまう。このため、透視画像の拡大率を増加には、一定の制限がある。従って、拡大率の大きい透視画像を観察しながら、的確な被検査物の状態の検査を行うことは困難であった。

【0008】そこで本発明は、以上のような問題点を解

【発明の属する技術分野】本発明は、X線を出射するX線管、X線発生装置及びそれらを用いた被検査物の検査システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のX線管として、特開平 7 - 2 9 6 7 5 1 号公報に記載されるように、電子を放出する電子銃及びその電子を受けてX線を発生させるターゲットを内蔵したものが知られている。また、従来のX線発生装置として、特開平 7 - 2 9 5 3 2 号公報に記載されるように、X線管及びそのX線管の駆動回路等を内蔵したものが知られている。

【0003】これらのX線管及びX線発生装置は、特開平 6 - 3 1 5 1 5 2 号公報に記載されるように、主に、物体の内部構造の非破壊・被接触観察などに用いられている。例えば、X線管及びX線発生装置から出射されたX線を被検査物に照射し、被検査物を透過したX線をX線蛍光増倍管（イメージインテンシファイア管：I. I. 管）などで検出する。そして、被検査物の拡大透視画像を観察することにより、被検査物の内部構造の非破壊・被接触検査が可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような被検査物の検査において、特開平 6 - 9 4 6 5 0 号公報及び特開平 6 - 1 8 4 5 0 号公報に記載されるように、一般に、X線の照射方向に対し直交する軸を中心に被検査物を回転させ被検査物の向きを変えることにより、不具合箇所を的確に特定する手法が採られている。

【0005】一方、これらの被検査物の検査において、透視画像の拡大率は、X線管装置内のX線発生点（X線管の焦点位置）から被検査物の位置までの距離（ A ）と、被検査物の位置からI. I. 管のX線入射面までの距離（ B ）との比で決まる。すなわち、拡大率 M は、

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

決するためになされたものであって、被検査物を接近させてX線の照射を可能としたX線管、X線発生装置及び検査システムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明に係るX線管は、X線を出射するX線管であって、X線の出射窓を有する先端面を有しその先端面の出射窓の周辺にX線の出射方向に対して傾斜するテーパ面が形成されていることを特徴とする。

【0010】この発明によれば、X線を被検査物に照射しその被検査物を透過するX線を検出することにより被検査物の内部構造などを検査する検査システムに用いられる場合、被検査物をX線の出射窓に近接させて配置しながらその被検査物を出射方向と交差する軸を中心に回動させても、テーパ面の形成により被検査物が先端面に

当接することを回避できる。このため、被検査物をX線の出射位置に近接させて配置しながら、その被検査物の向きを変えることが可能である。従って、被検査物の拡大率の大きい拡大透視画像が得られると共に、被検査物の向きを変えて被検査物の内部構造などを詳細に確認することができる。

【0011】また本発明に係るX線発生装置は、X線を出射するX線出射手段を備えたX線発生装置であって、X線出射手段が前述のX線管であることを特徴とする。

【0012】また本発明に係るX線発生装置は、X線を出射するX線出射手段を備えたX線発生装置であって、構成部品を収容する筐体を備え、X線出射手段の出射窓が設けられる筐体の表面にX線の出射方向に対して傾斜するテーパ面が形成されていることを特徴とする。

【0013】また本発明に係るX線発生装置は、前述の筐体の表面の一方に片寄る位置に出射窓が設けられ、表面の他方側にはテーパ面が形成されていることを特徴とする。

【0014】これらの発明によれば、X線を被検査物に照射しその被検査物を透過するX線を検出することにより被検査物の内部構造などを検査する検査システムに用いられる場合、被検査物をX線の出射窓に近接させて配置しながらその被検査物を出射方向と交差する軸を中心に回転させても、テーパ面の形成により被検査物が先端面に当接することを回避できる。このため、被検査物をX線の出射位置に近接させて配置しながら、その被検査物の向きを変えることが可能である。従って、被検査物の拡大率の大きい拡大透視画像が得られると共に、被検査物の向きを変えて被検査物の内部構造などを詳細に確認することができる。

【0015】また本発明に係る検査システムは、X線を被検査物に照射しその被検査物を透過するX線を検出することにより被検査物の状態を検査する検査システムであって、X線を出射する前述のX線発生装置と、被検査物をX線の出射方向に対し交差する軸を中心に回転させる回転手段と、X線の出射方向であって被検査物の後方に配置され被検査物を透過するX線を検出するX線検出手段とを備えたことを特徴とする。

【0016】この発明によれば、被検査物をX線の出射窓に近接させて配置しながらその被検査物を出射方向と交差する軸を中心に回転させても、テーパ面の形成により被検査物が先端面に当接することを回避できる。このため、被検査物をX線の出射位置に近接させて配置しながら、その被検査物の向きを変えることが可能である。従って、被検査物の拡大率の大きい拡大透視画像が得られると共に、被検査物の向きを変えて被検査物の内部構造などを詳細に確認することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づき、本発明の実施形態について説明する。尚、各図において同一要

素には同一符号を付して説明を省略する。また、図面の寸法比率は説明のものと必ずしも一致していない。

【0018】（第一実施形態）図1に本実施形態に係るX線発生装置及びX線管を示す。図1に示すように、X線発生装置1は、X線を出射する装置であって、駆動回路などの構成部品を収容する筐体2を備えている。筐体2は、縦長の略直方体状を呈し、頂面2.1にはX線を出射するX線管3を具備している。筐体2の頂面2.1と側面2.2との角部には、その角部を面取りしてなるテーパ面2.3が形成されている。テーパ面2.3は、X線の出射方向（図1では上下方向）に対し傾斜した面であり、X線の出射方向に対し平行でなく、かつ、垂直でない向きに形成されている。

【0019】また、このテーパ面2.3は、筐体2の頂面2.1と側面2.2の片側との角部にのみ形成されている。X線管3は、筐体2の中心から一方へ片寄る位置に設けられている。例えば、X線管3は、テーパ面2.3が形成されていない側へ片寄る位置に形成される。このX線管3は、X線を発生させるものであり、電子銃部4とX線発生部5を備えている。

【0020】筐体2の正面2.4の下部には、通気口2.5、コネクタ2.6が設けられている。通気口2.5は、筐体2の内外の通気を行うものであり、その通気口2.5の内側には冷却ファン（図示なし）が設置されている。コネクタ2.6は、X線発生装置1の駆動制御を行うX線コントローラ等との配線接続を行うためのものである。

【0021】図2に本実施形態に係るX線管3を示す。図2（a）はX線管の正面図であり、図2（b）は図2（a）のb-bにおけるX線管の断面図である。

【0022】図2（a）に示すように、X線管3のX線発生部5は、電子銃部4からの電子を受けてX線を発生させ出射するためのものであり、胴部5.1と頭部5.2とにより構成されている。頭部5.2は、軸方向を上下に向けた円柱状を呈し、その頂面5.3にX線を出射するためのX線出射窓5.4を有している。また、頭部5.2の頂面5.3と側面5.5との角部分には、その角部分を面取りしてなるテーパ面5.6が形成されている。

【0023】テーパ面5.6は、X線の出射方向（図2（a）、（b）では上下方向）に対し傾斜した面であり、X線の出射方向に対し平行でなく、かつ、垂直でない向きに形成されている。また、テーパ面5.6は、X線出射窓5.4を挟んで筐体2の側部の二箇所に形成されている。

【0024】図2（b）に示すように、X線発生部5の頭部5.2の側部には、電子銃部4が結合されている。電子銃部4は、電子を発生させX線発生部5に向けて放出するものであり、その内部には、外部からの電力供給により発熱するヒータ4.1、ヒータ4.1により熱せられ電子を放出するカソード4.2、カソード4.2から放出された電子を集束させるフォーカスグリッド電極4.3がそれ

ぞれ設けられている。この電子銃部 4 と X 線発生部 5 との内部空間は連通しており、X 線管 3 の外部に対し密封されている。また、それら電子銃部 4 及び X 線発生部 5 の内部空間は、ほぼ真空の状態に維持されている。

【0025】X 線発生部 5 の内部には、ターゲット 6 が設置されている。ターゲット 6 は、電子銃部 4 から電子を先端面で受けて X 線を発生させるものであり、X 線発生部 5 の頭部 5 2 及び胴部 5 1 の軸方向に向けて配置されている。

【0026】図 3 に X 線発生装置の正面側から見た断面図を示す。

【0027】図 3 に示すように、X 線発生装置 1 の筐体 2 の内部には、高圧ブロック部 7 が設置されている。高圧ブロック部 7 は高電圧が印加されるものを収容したものであり、この高圧ブロック部 7 には X 線管 3 の胴部 5 1、ブリーダ抵抗 7 1、コッククロフト回路 7 2、昇圧トランス 7 3 などが内蔵されている。また、筐体 2 の内部には、駆動回路 8 1、8 2 が設置されている。駆動回路 8 1、8 2 は、ターゲット電圧回路、カソード電圧回路、グリッド電圧回路、ヒータ電圧回路などにより構成されている。

【0028】次に X 線管及び X 線発生装置の使用方法について説明する。

【0029】図 4 に X 線管及び X 線発生装置を用いた検査システムの構成を示す。図 4 に示すように、X 線発生装置 1 には、X 線コントローラ 9 1 が接続されている。X 線コントローラ 9 1 は、X 線発生装置 1 の作動制御を行うものである。この X 線コントローラ 9 1 には、C P U 9 2 に接続されている。C P U 9 2 は、検査システムの全体の制御を行うものである。

【0030】X 線発生装置 1 の X 線の出射方向には検査すべき試料 9 3 が配置されている。試料 9 3 としては、I C などの電子デバイス、アルミダイキャストのほか、金属、ゴム、プラスチック、セラミックスなどからなる各種の製品・部品などが対象となる。この試料 9 3 は、マニピレータ 9 4 の作動により X 線出射方向に対してほぼ直交する軸を中心に回転しその向きが変えられるようになっている。マニピレータ 9 4 は、X 線出射方向に対してほぼ直交する回転軸を有しており、C P U 9 2 の指令により駆動回路 9 5 を介してその回転軸を駆動させる。

【0031】また、マニピレータ 9 4 は、試料 9 3 を X 線出射方向に移動させることができる構造となっている。この試料 9 3 の移動により、試料 9 3 が X 線の出射位置に対して接近し又は離間する。このため、検査システムによる得られる試料 9 3 の透視拡大画像についてその拡大率を任意に変えることが可能となる。

【0032】検査すべき試料 9 3 が板状のものであるときには、その試料 9 3 をマニピレータ 9 4 の回転軸に直接取り付けられるが、試料 9 3 が板状でないもの又は

微小なものであるときには、板状のホルダなどを介して試料 9 3 をマニピレータ 9 4 の回転軸に間接的に取り付けてもよい。

【0033】X 線の出射方向の試料 9 3 の後方には、X 線カメラ 9 6 が設置されている。X 線カメラ 9 6 は、イメージンテンシファイア管などを内蔵し X 線を検出するものである。X 線カメラ 9 6 には画像処理装置 9 7 が接続されており、この画像処理装置 9 7 により試料 9 3 の拡大透視画像が形成される。また、画像処理装置 9 7 は C P U 9 2 に接続されており、試料 9 3 の拡大透視画像のデータを C P U 9 2 に伝送する。また、C P U 9 2 には、モニタ 9 8 が接続されている。モニタ 9 8 は、C P U 9 2 から伝送される信号に基づき試料 9 3 の拡大透視画像を表示する。

【0034】このような検査システムにおいて、試料 9 3 を X 線出射位置の前方にセットし、X 線発生装置 1 から X 線を出射すると、その X 線は、試料 9 3 に照射され、試料 9 3 を透過して X 線カメラ 9 6 に入射される。X 線は、X 線カメラ 9 6 により検出され電気的な信号に変換される。そして、その信号は、画像処理装置 9 7 に入力され、試料 9 3 の拡大透視画像のデータに演算される。拡大透視画像のデータは、C P U 9 2 を介してモニタ 9 8 に伝送され、その拡大透視画像のデータに基づいてモニタ 9 8 に試料 9 3 の拡大透視画像が表示される。

【0035】このため、試料 9 3 の拡大透視画像を見ることにより、試料 9 3 の内部構造などを確認することができる。

【0036】一方、X 線の照射方向に対し試料 9 3 の向きを変えることにより、試料 9 3 の内部構造などをより的確に把握することができる。すなわち、マニピレータ 9 4 の回転軸を適宜回転させて試料 9 3 の向きを変えれば、モニタ 9 8 に異なる方向から見た試料 9 3 の拡大透視画像を表示することができる。従って、試料 9 3 の内部におけるヘアクラック、気泡などの有無を的確に判断することができる。

【0037】その際、図 5 に示すように、X 線発生装置 1 には X 線出射方向に対し傾斜したテーパ面 2 3 が形成され、X 線管 3 が筐体 2 の中心から片寄り位置に設けられており、また、X 線管 3 には X 線出射方向に対し傾斜したテーパ面 5 6 が形成されている。

【0038】このため、試料 9 3 を X 線出射窓 5 4 により近接させながら、その試料 9 3 の向きを十分に変わることが可能となる。従って、試料 9 3 の拡大率の大きい拡大透視画像が得られると共に、試料 9 3 の向きを変えて試料 9 3 の内部構造などを詳細に確認することができる。

【0039】ところで、このような本実施形態に係る X 線発生装置 1 及び X 線管 3 に対し、テーパ面 2 3 を形成しない X 線発生装置及びテーパ面 5 6 を形成しない X 線管にあっては、それらを用いて試料 9 3 の検査を行って

も、試料93の向きを変えながら拡大率の大きい拡大透視画像を得ることはできない。

【0040】例えば、図6に示すように、テーパ面23を形成しないX線発生装置C及びテーパ面56を形成しないX線管Dを用いて試料93の検査を行う場合、試料93の拡大透視画像の拡大率を上げるために試料93をX線出射位置に近づけつつ、試料93の向きを変えようとすると、試料93がX線発生装置Cの角部分又はX線管Dの角部分に接触してしまう。

【0041】このため、試料93の向きを変えるためには試料93をX線出射位置から一定の距離A2だけ離さなければならない。この距離A2は、前述した式(2)に示すように拡大透視画像の拡大率に直接影響するものであり、この距離A2が短いほど拡大率が大きくなる。また、距離A2は、本実施形態に係るX線発生装置1及びX線管3を用いた場合の距離A1と比べると(図5参照)、長いものとなる。従って、このようなテーパ面23を形成しないX線発生装置C及びテーパ面56を形成しないX線管Dにあっては、拡大率の大きい拡大透視画像を得ることができず、試料93の内部構造などを詳細に確認することができない。

【0042】以上のように、本実施形態に係るX線発生装置1、X線管3及びそれらを用いた検査システムによれば、試料93をX線の出射位置に近接させて配置しながら、その試料93の向きを変えることが可能である。従って、試料93の拡大率の大きい拡大透視画像が得られると共に、試料93の向きを変えて試料93の内部構造などを詳細に確認することができる。

【0043】(第二実施形態)次に第二実施形態に係るX線管、X線発生装置等について説明する。

【0044】図7に本実施形態に係るX線管3aを示す。図7に示すように、X線管3aは、頭部52の両側部を垂直に削ぎ落とし、頭部52の正面側の上部にテーパ面56を形成したものである。

【0045】図8に本実施形態に係るX線管3bを示す。図8に示すように、X線管3bは、頭部52の頂面53と側面55の角部分にアールを付けてテーパ面56としたものである。尚、ここで言う「テーパ面」とは、傾斜した平面に限られず、凸状に湾曲した面及び凹状に湾曲した面も含むものである。

【0046】図9に本実施形態に係るX線管3cを示す。図9に示すように、X線管3cは、頭部52の両側部及び正面側にの上部にテーパ面56をそれぞれ形成したものである。

【0047】図10に本実施形態に係るX線管3dを示す。図10に示すように、X線管3dは、頭部52の両側部及び正面を垂直に削ぎ落としたものである。

【0048】これらのX線管3a～3dであっても、第一実施形態に係るX線管3と同様にして、X線を試料93に照射しその試料93を透過するX線を検出すること

により試料93の内部構造などを検査する検査システムに用いられた場合、試料93をX線の出射窓54に近接させて配置しながらその試料93を出射方向と交差する軸を中心に回転させても、テーパ面56又は削ぎ落とし領域の形成により試料93が頂面53に当接することを回避できる。このため、試料93をX線の出射位置に近接させて配置しながら、その試料93の向きを変えることが可能である。従って、試料93の拡大率の大きい拡大透視画像が得られると共に、試料93の向きを変えて試料93の内部構造などを詳細に確認することができる。

【0049】また、本実施形態に係るX線発生装置は、第一実施形態に係るX線発生装置1のX線管3を前述のX線管3a～3dのいずれかに代えたものである。このようなX線発生装置であっても、第一実施形態に係るX線発生装置と同様にして、X線を試料93に照射しその試料93を透過するX線を検出することにより試料93の内部構造などを検査する検査システムに用いられた場合、試料93をX線の出射窓54に近接させて配置しながらその試料93を出射方向と交差する軸を中心に回転させても、テーパ面23の形成により試料93が頂面21に当接することを回避できる。このため、試料93をX線の出射位置に近接させて配置しながら、その試料93の向きを変えることが可能である。従って、試料93の拡大率の大きい拡大透視画像が得られると共に、試料93の向きを変えて試料93の内部構造などを詳細に確認することができる。

【0050】更に、第一実施形態に係る検査システムにおいて、本実施形態に係るX線管又はX線発生装置を用いても、第一実施形態に係る検査システムと同様な作用効果が得られる。

【0051】(第三実施形態)次に第三実施形態に係るX線管、X線発生装置等について説明する。

【0052】図11に本実施形態に係るX線発生装置1eを示す。図11に示すように、X線発生装置1は、横長の筐体2eを備えたものである。筐体2eの頂面21には、X線を出射するX線管3dが設けられている。筐体2eの頂面21と側面22、22との両角部には、それらの角部を面取りしてなるテーパ面23がそれぞれ形成されている。

【0053】このようなX線発生装置1eであっても、第一実施形態に係るX線発生装置と同様にして、X線を試料93に照射しその試料93を透過するX線を検出することにより試料93の内部構造などを検査する検査システムに用いられた場合、試料93をX線の出射窓54に近接させて配置しながらその試料93を出射方向と交差する軸を中心に回転させても、テーパ面23の形成により試料93が頂面21に当接することを回避できる。このため、試料93をX線の出射位置に近接させて配置しながら、その試料93の向きを変えることが可能であ

る。従って、試料 9 3 の拡大率の大きい拡大透視画像が得られると共に、試料 9 3 の向きを変えて試料 9 3 の内部構造などを詳細に確認することができる。

【0054】また、本実施形態に係る X 線発生装置 1 e は、X 線管 3 d を X 線管 3、3 a ~ 3 c のいずれかに代えたものであってもよい。この場合であっても、前述と同様な作用効果が得られる。

【0055】更に、第一実施形態に係る検査システムにおいて、本実施形態に係る X 線管又は X 線発生装置を用いても、第一実施形態に係る検査システムと同様な作用効果が得られる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、次のような効果が得られる。

【0057】X 線を被検査物に照射しその被検査物を透過する X 線を検出することにより被検査物の内部構造などを検査する場合、被検査物を X 線の出射窓に近接させて配置しながらその被検査物を出射方向と交差する軸を中心に回転させても、テーパ面の形成により被検査物が先端面に当接することを回避できる。このため、被検査物を X 線の出射位置に近接させて配置しながら、その被検査物の向きを変えることが可能である。従って、被検査物の拡大率の大きい拡大透視画像が得られると共に、

被検査物の向きを変えて被検査物の内部構造などを詳細に確認することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第一実施形態に係る X 線管及び X 線発生装置の説明図である。

【図 2】第一実施形態に係る X 線管の説明図である。

【図 3】第一実施形態に係る X 線発生装置の説明図である。

【図 4】X 線発生装置及び X 線管を用いた検査システムの説明図である。

【図 5】X 線発生装置及び X 線管の使用方法的説明図である。

【図 6】本発明の前提となる技術の説明図である。

【図 7】第二実施形態に係る X 線管の説明図である。

【図 8】第二実施形態に係る X 線管の説明図である。

【図 9】第二実施形態に係る X 線管の説明図である。

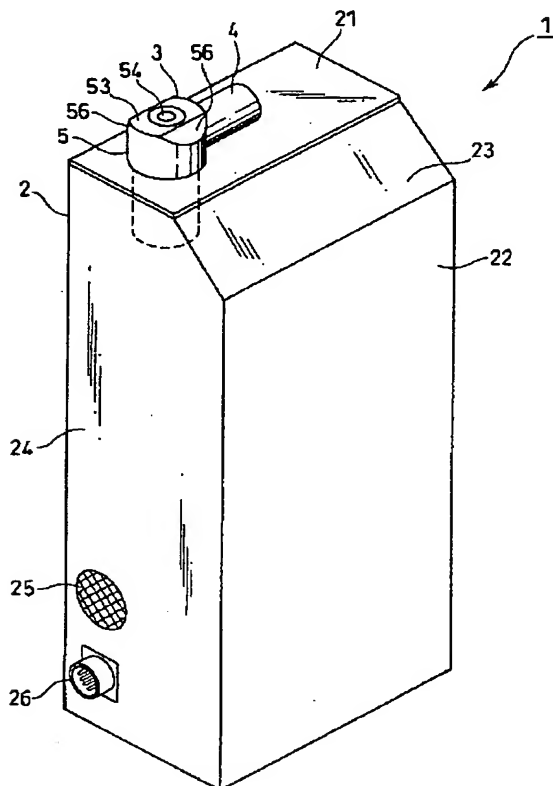
【図 10】第二実施形態に係る X 線管の説明図である。

【図 11】第三実施形態に係る X 線発生装置の説明図である。

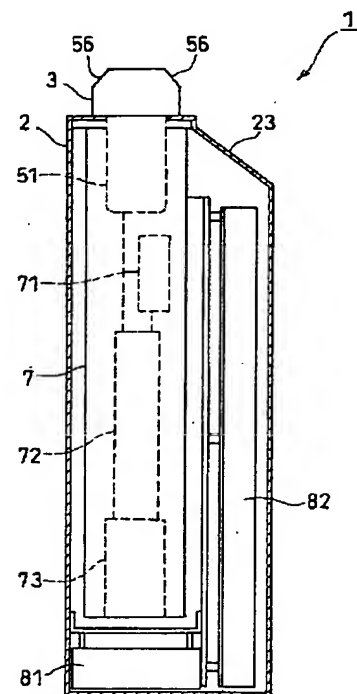
【符号の説明】

1 … X 線発生装置、2 … 筐体、23 … テーパ面、3 … X 線管 (X 線発生手段)、53 … 頂面 (先端面)、54 … X 線出射窓、56 … テーパ面。

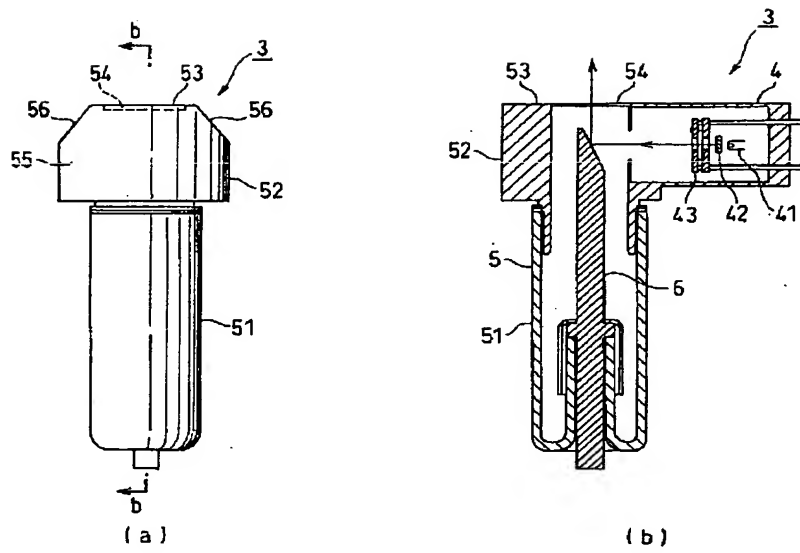
【図 1】



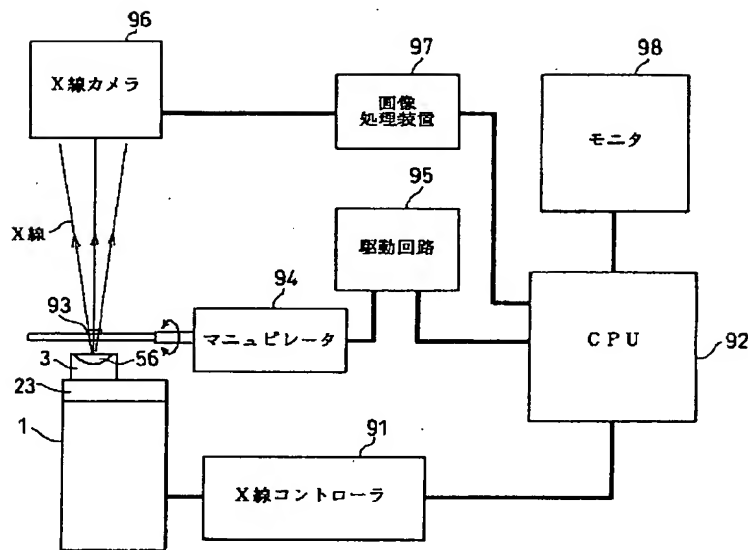
【図 3】



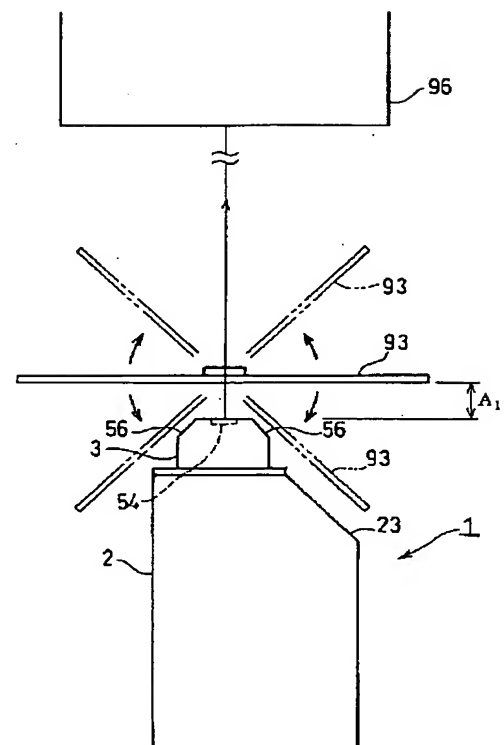
【図2】



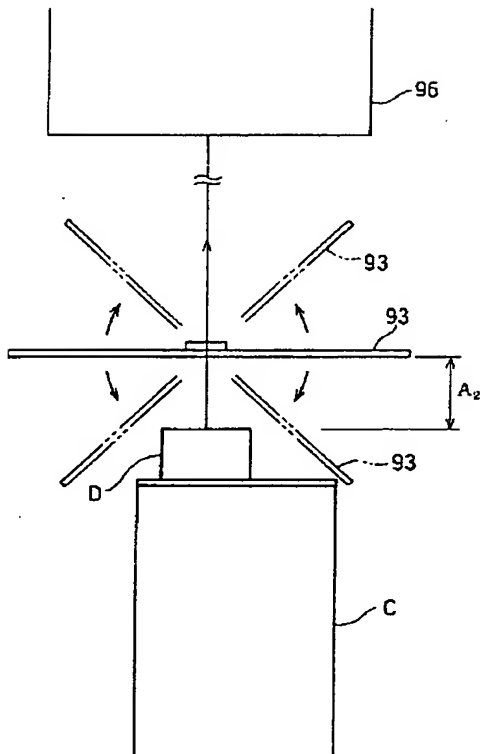
【図4】



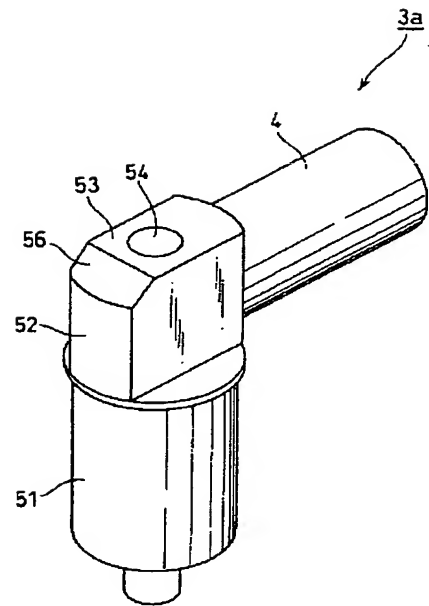
【図5】



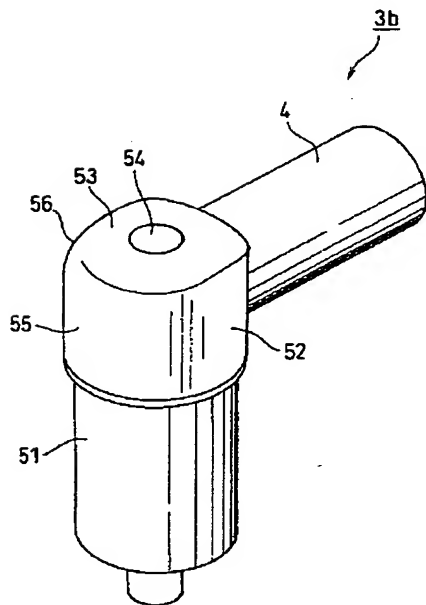
【図 6】



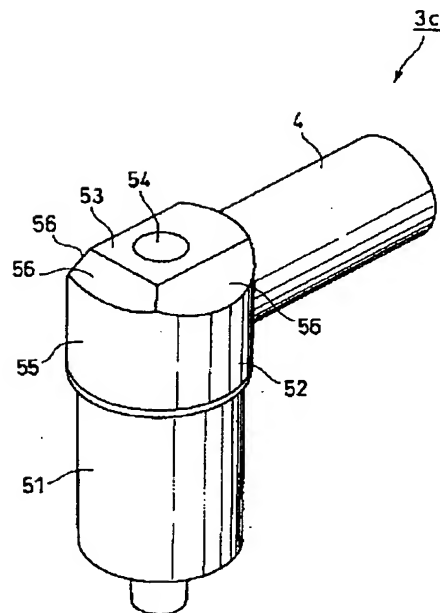
【図 7】



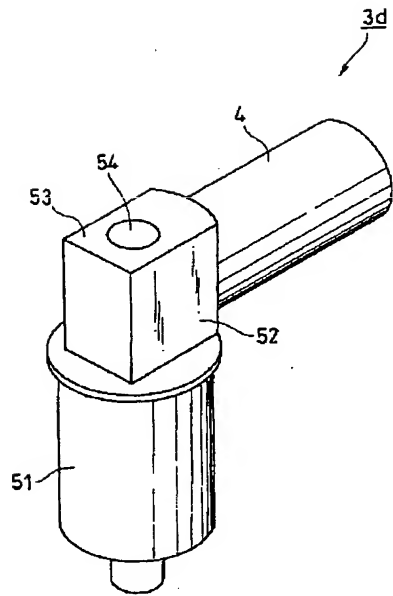
【図 8】



【図 9】



【図10】



【図11】

